

AVALIAÇÃO MORFOMÉTRICA DO TENDÃO DE AQUILES POR ULTRA-SONOGRAFIA*

Ricardo Andrade Fernandes de Mello¹, Edson Marchiori², Alair Augusto S.M.D. dos Santos³, Gilberto Torres Neto⁴

Resumo **OBJETIVO:** Determinar os valores normais dos diâmetros ântero-posterior e transversal do tendão de Aquiles na nossa população e correlacioná-los com sexo, faixa etária, cor da pele, grupo sanguíneo ABO e índice de massa corporal. **MATERIAIS E MÉTODOS:** Foi feita análise ultra-sonográfica de 100 tendões de Aquiles de 50 voluntários sadios, visando à mensuração dos diâmetros ântero-posterior e transversal desses tendões. Todos os exames foram realizados pelo mesmo examinador, em aparelho de ultra-sonografia com transdutor linear com frequência de 10 MHz. **RESULTADOS:** Dos 50 voluntários estudados, 25 eram do sexo masculino e 25, do sexo feminino, com a faixa etária variando de 20 a 52 anos (média de 33,9 anos). O valor médio do diâmetro transversal do tendão de Aquiles foi de $13,3 \pm 1,0$ mm para o sexo feminino e $14,4 \pm 1,4$ mm para o sexo masculino; em relação ao diâmetro ântero-posterior, foi de $5,4 \pm 0,5$ mm para o sexo feminino e $5,6 \pm 0,6$ mm para o sexo masculino. Os diâmetros do tendão de Aquiles foram significativamente menores no sexo feminino ($p < 0,05$). Não houve diferença estatisticamente significativa entre os diâmetros ântero-posterior e transversal em relação a faixa etária, grupo sanguíneo e cor da pele. O grupo com índice de massa corporal de sobrepeso apresentou diâmetro transversal do tendão de Aquiles significativamente maior que do grupo com índice de massa corporal normal. **CONCLUSÃO:** Os valores médios encontrados na nossa casuística foram discordantes em relação à maioria dos estudos da literatura, demonstrando ser de grande importância a padronização e o emprego de tabelas próprias da nossa população na prática clínica diária. **Unitermos:** Tendão de Aquiles; Ultra-sonografia; Anatomia; Antropometria.

Abstract *Morphometric evaluation of Achilles tendon by ultrasound.*

OBJECTIVE: The aim of this study was to determine the normal values of the Achilles tendon thickness in the anteroposterior dimension and width in the transverse dimension in our population, correlating them with gender, age ranges, race, ABO blood group and body mass index. **MATERIALS AND METHODS:** Ultra-sonographic examination was employed to evaluate 100 Achilles tendons of 50 healthy volunteers in order to measure the tendons thickness in the anteroposterior dimension and width in the transverse dimension. All examinations were performed by the same sonographer, using an ultrasound equipment with a 10 MHz linear transducer. **RESULTS:** Among the 50 volunteers studied, 25 were men and 25 were women, ranging from 20 to 52 years (average 33.9 years). The tendons average width was 13.3 ± 1.0 mm in the female group and 14.4 ± 1.4 mm in the male group; the average thickness was 5.4 ± 0.5 mm in the female group and 5.6 ± 0.6 mm in the male group. These measurements were significantly lower in the female group ($p < 0.05$). There was no significant correlation between the tendon measurements and the age ranges, ABO blood groups and races. The tendon width was significantly higher in the overweight body mass index group than in the normal body mass index group. **CONCLUSION:** Mean values found in our study differ significantly from the majority of other studies in the literature, demonstrating the importance of creating our own standards employing tables based on our population in daily clinical practice.

Keywords: Achilles tendon; Ultrasound; Anatomy; Anthropometry.

INTRODUÇÃO

O tendão de Aquiles é o maior e mais resistente tendão do corpo humano, sendo um dos sítios mais comuns de lesão por sobrecarga entre atletas⁽¹⁾.

Até alguns anos atrás, a avaliação radiológica dos tendões baseava-se fundamentalmente nas radiografias de baixa quilovoltagem, que fornecem pouquíssimas informações⁽²⁻⁵⁾. Na grande maioria das vezes, elas apenas indicam o local do aumento das partes moles, alterações do con-

torno dos tendões ou a presença de calcificações⁽⁶⁻⁸⁾.

Atualmente, a ressonância magnética (RM) e a ultra-sonografia (US) são as modalidades de escolha para o diagnóstico de doenças dos tendões⁽⁹⁻¹³⁾. Alguns autores defendem que a US apresenta resolução espacial melhor do que a da RM, quando são comparados exames feitos com os equipamentos mais modernos⁽¹⁴⁾. Isto se deve ao fato de que tecidos com poucos prótons móveis emitem sinal pequeno ou não emitem nenhum sinal e, portanto, a arquitetura

* Trabalho realizado no Serviço de Radiologia do Hospital de Clínicas de Niterói, Niterói, RJ.

1. Médico Radiologista Estagiário do Setor de Ressonância Magnética do Hospital de Clínicas de Niterói.

2. Professor Titular de Radiologia da Universidade Federal Fluminense, Coordenador Adjunto do Curso de Pós-Graduação em Radiologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

3. Professor Adjunto de Radiologia da Universidade Federal Fluminense, Coordenador do Curso de Especialização em Radiologia do Instituto de Pós-Graduação Médica Carlos Chagas.

4. Professor Auxiliar de Radiologia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Médico Radiologista do Hospital de Clínicas de Niterói.

Endereço para correspondência: Dr. Ricardo Andrade Fernandes de Mello. Rua Renato Daher Carneiro, 780, Ed. Cézanne, ap. 203, Bairro Ilha do Boi. Vitória, ES, 29052-730. E-mail: ricardoafm@uol.com.br

Recebido para publicação em 28/10/2004. Aceito, após revisão, em 23/11/2005.

interna dos tendões não é bem demonstrada pela RM^(8,15). A US apresenta também a vantagem de poder ser realizada de modo dinâmico em tempo real, possibilitando o estudo dos tendões durante o seu movimento⁽¹⁶⁻¹⁸⁾. Além disso, outras vantagens da US são o seu baixo custo, a grande disponibilidade de acesso ao exame e o fato de que, durante o exame ultra-sonográfico, habitualmente, a comparação com o lado oposto estará disponível^(12,17,19,20).

Para a realização de um exame ultra-sonográfico satisfatório do tendão de Aquiles, torna-se imprescindível o domínio da técnica de exame, o conhecimento da anatomia normal desse tendão, bem como a correta análise das suas dimensões^(21,22).

Durante a pesquisa de livros e artigos que fizessem referência à morfometria do tendão de Aquiles de pacientes normais, foi constatada a pequena disponibilidade desses dados na literatura mundial, bem como a inexistência de qualquer estudo desse tipo publicado no Brasil informando sobre dados morfométricos do tendão de Aquiles na nossa população.

No presente estudo foram analisados, por meio de US com transdutor linear de alta frequência (10 MHz), os tendões de Aquiles de 50 voluntários (100 tendões), que foram selecionados de acordo com rígidos critérios de exclusão e inclusão. Os objetivos foram: avaliar a morfometria do tendão de Aquiles em indivíduos adultos assintomáticos, correlacionando essas medidas com a idade, sexo, grupo sanguíneo, cor da pele e índice de massa corporal (IMC), e estabelecer os valores de referência dos diâmetros do tendão de Aquiles normal em uma população brasileira.

MATERIAIS E MÉTODOS

Neste trabalho foi feito estudo prospectivo de 50 indivíduos assintomáticos (100 tendões), que foram submetidos à avaliação ultra-sonográfica de ambos os tendões de Aquiles, visando à análise morfométrica desses tendões.

Os exames foram realizados no Hospital de Clínicas de Niterói, RJ, no período de agosto a dezembro de 2003, em equipamento ultra-sonográfico Image Point HX (Hewlett-Packard; Andover, EUA) com transdutor linear com frequência de 10 MHz.

As avaliações ultra-sonográficas dos tendões foram feitas nos planos longitudinal e transversal, com o modo B, bidimensional, em tempo real. Todas as avaliações foram feitas pelo mesmo examinador, mediante consentimento prévio assinado pelos pacientes.

As dimensões foram calculadas a partir das imagens do tendão no plano transversal obtidas na altura da porção distal do maléolo medial (Figura 1). As dimensões aferidas em cada tendão foram o diâmetro transversal e o ântero-posterior (Figura 2).

No dia da avaliação, os pacientes receberam breve explicação sobre o exame ao qual seriam submetidos, para esclarecer dúvidas e responder a indagações sobre as suas expectativas em relação ao exame.

Foram incluídos no estudo voluntários entre 20 e 59 anos de idade, sedentários, sem história prévia de trauma na região do tendão de Aquiles. Como sedentários, fo-

ram considerados aqueles que relataram não estar engajados em atividades físicas regulares, com frequência mínima de três dias por semana, nos últimos dois anos. Foram excluídos do estudo os indivíduos que apresentaram qualquer uma das condições abaixo:

- Ser portador de alguma doença sistêmica e/ou reumatológica conhecida;
- ter feito uso prolongado de corticosteróides durante os últimos 12 meses;
- ter feito uso recente (menos de 30 dias) de algum antibiótico da classe das quinolonas;
- ter procurado atendimento médico para tratamento de qualquer problema relacionado ao tendão de Aquiles.

A escolha desses critérios de exclusão levou em consideração a grande relação entre a concomitância dessas condições e o aumento do número de lesões do tendão de Aquiles.

Além das informações acima, os pacientes também forneceram informações sobre sexo, idade, cor da pele, peso, altura e grupo sanguíneo. Optou-se pela utilização do termo “cor da pele” no lugar de “raça”, devido à grande miscigenação racial existente na nossa população e à pequena ligação entre este traço fenotípico e o genótipo dos voluntários.

A partir das informações de peso e altura de cada indivíduo, foi obtido o IMC, também chamado de índice de Quetelet, que é calculado dividindo-se o peso em quilogramas pelo quadrado da altura em metros ($IMC = \text{peso}/\text{altura}^2$)⁽²³⁾. O IMC é um índice utilizado para indicar o estado ponderal em relação à altura. Para adultos



Figura 1. Posicionamento do transdutor para a aferição das medidas do tendão de Aquiles: transdutor no plano transversal, na altura da porção distal do maléolo medial (MM).

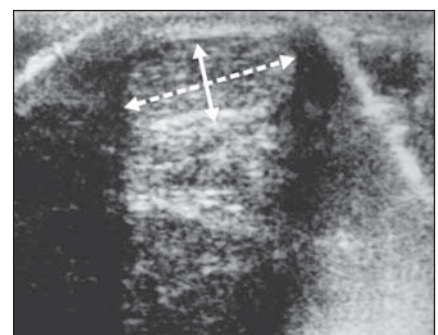
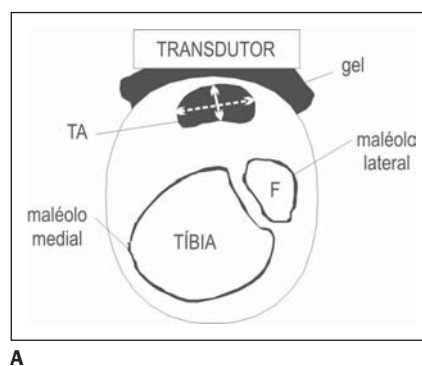


Figura 2. Diagrama (A) e imagem ultra-sonográfica no plano transversal (B) demonstrando o método de aferição das medidas do tendão de Aquiles. Linha contínua: diâmetro ântero-posterior; linha interrompida: diâmetro transversal.

acima de 20 anos de idade, o IMC é classificado em quatro categorias: (1) magreza, com IMC abaixo de 18,5; (2) normal, com IMC entre 18,5 e 24,9; (3) sobrepeso, com IMC entre 25,0 e 29,9; (4) obesidade, com IMC maior que 30,0.

Em relação à idade, os voluntários foram distribuídos nas seguintes faixas etárias: 20 a 39 anos e 40 a 59 anos. Quanto à cor da pele, foram criados dois grupos: brancos e não-brancos (pardos + negros). Não houve nenhum voluntário índio ou amarelo.

Em relação aos grupos sanguíneos ABO, tendo em vista os estudos de Józsa *et al.*⁽²⁴⁾ e Kujala *et al.*⁽²⁵⁾, que constataram maior incidência de pacientes do grupo sanguíneo O dentre aqueles com lesões do tendão de Aquiles, agrupamos os nossos voluntários em grupo O e grupo não-O (A + B + AB), a fim de investigar uma possível diferença na morfometria dos tendões desses dois grupos.

No tratamento estatístico do presente estudo foram utilizados médias aritméticas, desvios-padrão e distribuições de frequências. Para a comparação das medidas dos tendões em relação a sexo, faixa etária, cor da pele, IMC e grupo sanguíneo, foi empregado o teste *t* de Student. Para verificar o grau de relação entre a idade e os diâmetros do tendão de Aquiles, foi aplicado o coeficiente de correlação linear (*r*) de Pearson. Foi adotado o nível de significância de 5% de probabilidade ($p < 0,05$).

O projeto de pesquisa deste estudo foi aprovado no Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal Fluminense, sob o número 147/03.

RESULTADOS

Dos 50 pacientes, 25 (50%) eram do sexo feminino e 25 (50%), do sexo masculino. A faixa etária variou de 20 a 52 anos, com idade média de $33,9 \pm 8,54$ anos. Trinta e quatro desses pacientes tinham entre 20 e 39 anos (68%) e 16, entre 40 e 59 anos (32%). Quanto à cor da pele, 21 eram brancos (42%) e 29, não-brancos (58%). Quanto ao grupo sanguíneo ABO, 25 eram do grupo sanguíneo O (50%), 18 pertenciam ao grupo sanguíneo A (36%), cinco eram do grupo sanguíneo B (10%) e dois, do grupo sanguíneo AB (4%). Em relação ao

IMC, 33 tinham IMC normal (66%) e 17 tinham IMC de sobrepeso (34%).

A fim de verificar se havia diferença significativa entre as medidas dos tendões do lado esquerdo e do lado direito, foi aplicado o teste *t* de Student. Tanto na comparação entre as medidas do diâmetro transversal ($p = 0,063$) quanto do diâmetro ântero-posterior ($p = 0,735$), não houve diferença estatisticamente significativa entre os tendões do lado esquerdo e do lado direito. Este resultado nos permitiu juntar a amostra (50 tendões do lado esquerdo e 50 do lado direito) e avaliá-la como um grupo único de 100 tendões.

O diâmetro transversal dos tendões de Aquiles estudados variou de 11,0 a 16,7 mm, com média aritmética de $13,9 \pm 1,4$ mm. Considerando-se apenas o sexo feminino, o diâmetro transversal variou de 11,1 a 15,4 mm, com média aritmética de $13,3 \pm 1,0$ mm; no sexo masculino, variou de 11,0 a 16,7 mm, com média aritmética de $14,4 \pm 1,4$ mm. O diâmetro ântero-posterior dos tendões de Aquiles estudados variou de 4,1 a 6,9 mm, com média aritmética de $5,5 \pm 0,6$ mm. Considerando-se apenas o sexo feminino, o diâmetro ântero-posterior variou de 4,3 a 6,1 mm, com média aritmética de $5,4 \pm 0,5$ mm; no sexo masculino, variou de 4,1 a 6,9 mm, com média aritmética de $5,6 \pm 0,6$ mm. A diferença entre o grupo masculino e o feminino foi estatisticamente significativa tanto para o diâmetro transversal ($p = 0,001$) quanto para o ântero-posterior ($p = 0,035$), com valores mais elevados no grupo masculino.

Em relação à cor da pele, no grupo dos brancos o diâmetro transversal variou de 11,0 a 16,7 mm, com média aritmética de $13,6 \pm 1,4$ mm; no grupo dos não-brancos variou de 11,1 a 16,7 mm, com média aritmética de $14,0 \pm 1,3$ mm. O diâmetro ântero-posterior, no grupo dos brancos, variou de 4,4 a 6,9 mm, com média aritmética de $5,4 \pm 0,5$ mm; no grupo dos não-brancos variou de 4,1 a 6,8 mm, com média aritmética de $5,5 \pm 0,6$ mm. Não houve diferença estatisticamente significativa entre as médias dos diâmetros transversal ($p = 0,149$) e ântero-posterior ($p = 0,229$) entre os grupos de brancos e não-brancos.

Em relação à faixa etária, no grupo de 20 a 39 anos o diâmetro transversal variou de 11,1 a 16,7 mm, com média aritmética

de $13,8 \pm 1,3$ mm; no grupo de 40 a 59 anos variou de 11,0 a 16,7 mm, com média aritmética de $14,0 \pm 1,5$ mm. O diâmetro ântero-posterior, no grupo de 20 a 39 anos, variou de 4,4 a 6,9 mm, com média aritmética de $5,5 \pm 0,5$ mm; no grupo de 40 a 59 anos variou de 4,1 a 6,6 mm, com média aritmética de $5,4 \pm 0,6$ mm. Não houve diferença estatisticamente significativa entre as médias dos diâmetros transversal ($p = 0,496$) e ântero-posterior ($p = 0,911$) entre o grupo de 20 a 39 anos e o grupo de 40 a 59 anos. Foi calculado também o coeficiente de correção linear (*r*) entre a idade e os diâmetros do tendão de Aquiles, e não foi demonstrada nenhuma correlação estatisticamente significativa ($p > 0,05$).

Em relação ao IMC, no grupo com IMC normal o diâmetro transversal variou de 11,0 a 16,7 mm, com média aritmética de $13,6 \pm 1,4$ mm; no grupo com IMC de sobrepeso variou de 12,3 a 16,7 mm, com média aritmética de $14,3 \pm 1,0$ mm. O diâmetro ântero-posterior, no grupo com IMC normal, variou de 4,1 a 6,8 mm, com média aritmética de $5,4 \pm 0,5$ mm; no grupo com IMC de sobrepeso variou de 4,3 a 6,9 mm, com média aritmética de $5,6 \pm 0,6$ mm. A diferença estatística não foi significativa entre as médias do diâmetro ântero-posterior ($p = 0,186$), mas foi significativa entre as médias do diâmetro transversal ($p = 0,013$), com valores superiores no grupo com IMC de sobrepeso.

Em relação ao grupo sanguíneo, o diâmetro transversal no grupo O variou de 11,0 a 16,7 mm, com média aritmética de $13,8 \pm 1,3$ mm; no grupo não-O variou de 11,1 a 16,7 mm, com média aritmética de $14,2 \pm 0,8$ mm. O diâmetro ântero-posterior, no grupo O, variou de 4,4 a 6,8 mm, com média aritmética de $5,6 \pm 0,5$ mm; no grupo não-O variou de 4,1 a 6,9 mm, com média aritmética de $5,5 \pm 0,5$ mm. Não houve diferença estatisticamente significativa entre as médias dos diâmetros transversal ($p = 0,712$) e ântero-posterior ($p = 0,073$) entre os grupos O e não-O.

Para estabelecer o intervalo de normalidade das medidas do tendão de Aquiles na nossa população, foram consideradas as médias aritméticas \pm dois desvios-padrão. Os valores obtidos para o sexo feminino e para o sexo masculino estão demonstrados na Tabela 1.

Tabela 1 Valores do intervalo de normalidade das medidas do tendão de Aquiles, segundo o sexo.

Variável	Mínimo (mm)	Máximo (mm)
<i>Sexo feminino</i>		
Diâmetro transversal	11,3	15,3
Diâmetro ântero-posterior	4,4	6,4
<i>Sexo masculino</i>		
Diâmetro transversal	11,6	17,2
Diâmetro ântero-posterior	4,4	6,8

DISCUSSÃO

A avaliação da morfometria do tendão de Aquiles por meio da US mostrou-se um método simples, inócuo e de fácil execução. Outros aspectos favoráveis da US que também merecem ser comentados são o seu menor custo e maior disponibilidade para a população, assim como o fato de não ser invasiva e nem utilizar radiação ionizante. Essas características, quando analisadas em conjunto, fazem da US a modalidade de imagem ideal para o diagnóstico e acompanhamento de condições que alterem a morfometria do tendão de Aquiles, como a tendinopatia e a pesquisa de xantomas em pacientes com hipercolesterolemia familiar.

No nosso estudo optamos por uma seleção mais criteriosa dos pacientes, a fim de afastar os principais fatores adicionais que poderiam influenciar na averiguação das dimensões dos tendões, mantendo o foco da análise nas variáveis que se pretendia avaliar: sexo, grupo sanguíneo ABO, cor da pele, idade e IMC.

Conforme relatado por Yuzawa *et al.*⁽²⁶⁾ e Koivunen-Niemelä e Parkkola⁽²⁷⁾, que estudaram, respectivamente, os tendões de Aquiles de japoneses e finlandeses, os diâmetros no sexo feminino foram menores que os do sexo masculino, em concordância com a nossa casuística, que mostrou diferença estatisticamente significativa tanto entre as medidas do diâmetro ântero-posterior quanto do transversal nesses grupos.

Em relação aos grupos sanguíneos ABO, apesar da constatação de Józsa *et al.*⁽²⁴⁾ e Kujala *et al.*⁽²⁵⁾ da maior incidência de pacientes do grupo sanguíneo O entre aqueles com lesões do tendão de Aquiles, parece que este fato não tem relação direta com as dimensões desses tendões, visto que não houve diferença esta-

tisticamente significativa nos seus diâmetros quando comparamos os voluntários do grupo O e do grupo não-O.

Estudos realizados em países de distintos continentes (Japão, EUA, Alemanha, Holanda e Finlândia) demonstraram diferenças significativas entre as medidas do tendão de Aquiles desses diferentes grupos étnicos^(8,26-31). No nosso estudo, quando comparamos o grupo de brancos e o de não-brancos, não encontramos nenhuma diferença estatisticamente significativa entre eles. De toda maneira, vale ressaltar que a nossa população atual é resultado de grande miscigenação racial e que a sua divisão em grupos de brancos e não-brancos é de certa forma imprecisa e subjetiva.

Quanto à faixa etária, não houve diferença estatisticamente significativa quando comparamos o grupo dos voluntários de 20 a 39 anos e o de 40 a 59 anos; o mesmo ocorreu quando foi aplicado o coeficiente de correlação linear (*r*) entre a idade e os diâmetros do tendão de Aquiles. Portanto, para a avaliação de pacientes jovens e adultos, acreditamos ser desnecessária e de pouca utilidade clínica a utilização de valores próprios para cada faixa etária. A exceção são os pacientes idosos e pediátricos, que não foram incluídos neste estudo.

Quando analisamos a correlação do IMC com as medidas do tendão de Aquiles, observamos que não houve diferença estatisticamente significativa entre o IMC e o diâmetro ântero-posterior dos tendões, mas houve entre o IMC e o diâmetro transversal, com valores mais elevados naqueles do grupo com IMC de sobrepeso. Talvez isto seja explicado por uma mudança no formato dos tendões em indivíduos com IMC mais elevado. Estudos posteriores, investigando essas medidas em grupos com IMC de obesos, poderão verificar se essa diferença se mantém ou até mesmo se exacerba num grupo com IMC ainda maior.

Os valores normais médios relatados para os diâmetros do tendão de Aquiles variam consideravelmente em diferentes estudos^(8,26-31). Quando comparamos os valores médios encontrados no nosso estudo com os da literatura, observamos que, em relação ao diâmetro ântero-posterior, não houve diferença significativa em relação ao estudo de Steinmetz *et al.*⁽³¹⁾, mas houve em relação aos outros estudos, com

valores superiores nos estudos de Kallinen e Suominen⁽²⁹⁾, Koivunen-Niemelä e Parkkola⁽²⁷⁾, Liem *et al.*⁽³⁰⁾ e van Holsbeeck e Introcaso⁽⁸⁾, e inferiores nos estudos de Ebeling *et al.*⁽²⁸⁾ e Yuzawa *et al.*⁽²⁶⁾. Em relação ao diâmetro transversal, os valores foram discordantes dos de Kallinen e Suominen⁽²⁹⁾, Ebeling *et al.*⁽²⁸⁾ e van Holsbeeck e Introcaso⁽⁸⁾, todos com valores inferiores aos nossos. Portanto, os valores encontrados por grande parte dos autores, estudando populações diferentes da nossa, não foram confirmados na nossa casuística, o que vem enfatizar ainda mais a necessidade de estabelecermos padrões próprios para a nossa população e reforça a crítica em relação à aplicação de tabelas americanas e européias na prática clínica diária.

Em conclusão, a análise da morfometria do tendão de Aquiles por meio da US é simples, inócua e de fácil execução, sem ser invasiva e sem utilizar radiação ionizante. Não houve diferença estatisticamente significativa entre os diâmetros ântero-posterior e transversal do tendão de Aquiles em relação à faixa etária, grupo sanguíneo e cor da pele. O grupo com IMC de sobrepeso apresentou diâmetro transversal do tendão de Aquiles significativamente maior que do grupo com IMC normal. Em relação ao sexo, os diâmetros do tendão de Aquiles foram significativamente menores no sexo feminino. Considerando-se os valores médios encontrados e os seus respectivos desvios-padrão, estabelecemos os seguintes intervalos de normalidade: 11,3 a 15,3 mm no diâmetro transversal e 4,4 a 6,4 mm no diâmetro ântero-posterior para o sexo feminino, e 11,6 a 17,2 mm no diâmetro transversal e 4,4 a 6,8 mm no diâmetro ântero-posterior para o sexo masculino. Por fim, tendo em vista a discordância dos valores médios encontrados na nossa casuística em relação à maioria dos estudos da literatura, concluímos ser de grande importância a padronização e o emprego de tabelas próprias da nossa população na prática clínica diária.

REFERÊNCIAS

1. Reinherz RP, Zawada SJ, Sheldon DP. Recognizing unusual tendon pathology at the ankle. *J Foot Surg* 1986;25:278-283.
2. Chandnani VP, Bradley YC. Achilles tendon and miscellaneous tendon lesions. *Magn Reson Imaging Clin N Am* 1994;2:89-96.

3. Maffulli N, Regine R, Angelillo M, Capasso G, Filice S. Ultrasound diagnosis of Achilles tendon pathology in runners. *Br J Sports Med* 1987;21:158-162.
4. Mathieson JR, Connell DG, Cooperberg PL, Lloyd-Smith DR. Sonography of the Achilles tendon and adjacent bursae. *AJR Am J Roentgenol* 1988;151:127-131.
5. Neuhold A, Stiskal M, Kainberger F, Schwaighofer B. Degenerative Achilles tendon disease: assessment by magnetic resonance and ultrasonography. *Eur J Radiol* 1992;14:213-220.
6. Bock E, Colavita N, Cotroneo AR, Danza FM. Xeroradiography of tenomuscular traumatic pathologic conditions of the limbs. *Diagn Imaging* 1981;50:235-248.
7. Kainberger F, Mittermaier F, Seidl G, Parth E, Weinstabl R. Imaging of tendons: adaptation, degeneration, rupture. *Eur J Radiol* 1997;25:209-222.
8. van Holsbeeck MT, Introcaso JH. *Ultra-sonografia musculoesquelética*. 2ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 2002.
9. Adler RS. Future and new developments in musculoskeletal ultrasound. *Radiol Clin North Am* 1999;37:623-631.
10. Beltran J, Mosure JC. Magnetic resonance imaging of tendons. *Crit Rev Diagn Imaging* 1990;30:111-182.
11. Jacobson JA. Musculoskeletal sonography and MR imaging. A role for both imaging methods. *Radiol Clin North Am* 1999;37:713-735.
12. Jacobson JA, van Holsbeeck MT. Musculoskeletal ultrasonography. *Orthop Clin North Am* 1998;29:135-167.
13. Ptasznik R, Hennessy O. Abnormalities of the biceps tendon of the shoulder: sonographic findings. *AJR Am J Roentgenol* 1995;164:409-414.
14. Lin J, Fessell DP, Jacobson JA, Weadock WJ, Hayes CW. An illustrated tutorial of musculoskeletal sonography: part 3, lower extremity. *AJR Am J Roentgenol* 2000;175:1313-1321.
15. Erickson SJ. High-resolution imaging of the musculoskeletal system. *Radiology* 1997;205:593-618.
16. Jacobson JA. Ultrasound in sports medicine. *Radiol Clin North Am* 2002;40:363-386.
17. Primack SJ. Musculoskeletal ultrasound. The clinician's perspective. *Radiol Clin North Am* 1999;37:617-622.
18. Rawool NM, Nazarian LN. Ultrasound of the ankle and foot. *Semin Ultrasound CT MRI* 2000;21:275-284.
19. Lin J, Fessell DP, Jacobson JA, Weadock WJ, Hayes CW. An illustrated tutorial of musculoskeletal sonography: part 1, introduction and general principles. *AJR Am J Roentgenol* 2000;175:637-645.
20. Martinoli C, Bianchi S, Derchi LE. Tendon and nerve sonography. *Radiol Clin North Am* 1999;37:691-711.
21. Cheung Y, Rosenberg ZS, Magee T, Chinitz L. Normal anatomy and pathologic conditions of ankle tendons: current imaging techniques. *RadioGraphics* 1992;12:429-444.
22. Fessell DP, Vanderschueren GM, Jacobson JA, *et al.* US of the ankle: technique, anatomy, and diagnosis of pathologic conditions. *RadioGraphics* 1998;18:325-340.
23. World Health Organization, Division of Noncommunicable Diseases. Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO consultation. *World Health Organ Tech Rep Ser* 2000;894:1-253.
24. Józsa L, Kvist M, Bálint BJ, *et al.* The role of recreational sport activity in Achilles tendon rupture. A clinical, pathoanatomical, and sociological study of 292 cases. *Am J Sports Med* 1989;17:338-343.
25. Kujala UM, Jarvinen M, Natri A, *et al.* ABO blood groups and musculoskeletal injuries. *Injury* 1992;23:131-133.
26. Yuzawa K, Yamakawa K, Tohno E, *et al.* An ultrasonographic method for detection of Achilles tendon xanthomas in familial hypercholesterolemia. *Atherosclerosis* 1989;75:211-218.
27. Koivunen-Niemelä T, Parkkola K. Anatomy of the Achilles tendon (tendon calcaneus) with respect to tendon thickness measurements. *Surg Radiol Anat* 1995;17:263-268.
28. Ebeling T, Farin P, Pyörälä K. Ultrasonography in the detection of Achilles tendon xanthomata in heterozygous familial hypercholesterolemia. *Atherosclerosis* 1992;97:217-228.
29. Kallinen M, Suominen H. Ultrasonographic measurements of the Achilles tendon in elderly athletes and sedentary men. *Acta Radiol* 1994;35:560-563.
30. Liem MS, Leuven JA, Bloem JL, Schipper J. Magnetic resonance imaging of Achilles tendon xanthomas in familial hypercholesterolemia. *Skeletal Radiol* 1992;21:453-457.
31. Steinmetz A, Schmitt W, Schuler P, Kleinsorge F, Schneider J, Kaffarnik H. Ultrasonography of Achilles tendons in primary hypercholesterolemia. Comparison with computed tomography. *Atherosclerosis* 1988;74:231-239.